

**BEST AVAILABLE COPY****PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 2003-088021  
 (43)Date of publication of application : 20.03.2003

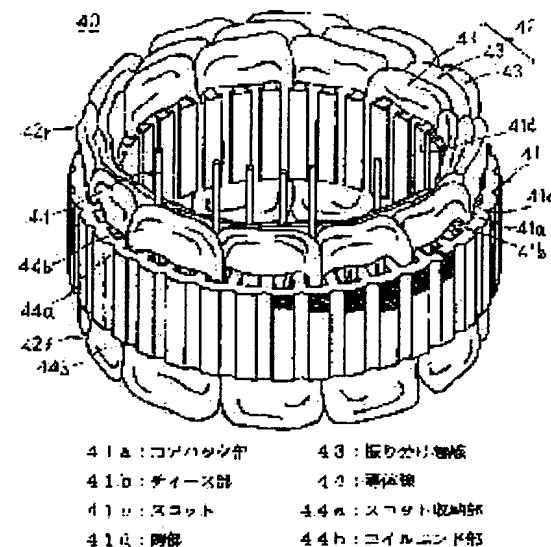
(51)Int.CI. H02K 3/04  
 H02K 3/28  
 H02K 3/34

(21)Application number : 2001-281347 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
 (22)Date of filing : 17.09.2001 (72)Inventor : OHASHI ATSUSHI  
 ASAOKA YOSHITO  
 TAKIZAWA TAKUSHI  
 ONISHI YUKIYOSHI  
 HOSOKAWA HIROSHI

**(54) STATOR FOR ALTERNATOR AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a stator for alternator and a manufacturing method therefor capable of minimizing short-circuits between conductors by forming a stator winding with split windings so as to restrain insulation coating on the conductor from being damaged.

**SOLUTION:** The stator winding 42 includes the three split windings 43 formed by winding the conductors 44 respectively per three slots. A slot storage portion 44a of the conductor 44 is formed so as to have a rectangular cross section, and a coil end portion 44b is formed so as to have a circular cross section.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 14.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3561249

[Date of registration] 04.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision]

[of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-88021

(P2003-88021A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>H 02 K 3/04  
3/28  
3/34

識別記号

F I

H 02 K 3/04  
3/28  
3/34

マーク (参考)

E 5 H 6 0 3  
M 5 H 6 0 4  
D

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2001-281347(P2001-281347)

(22) 出願日 平成13年9月17日 (2001.9.17)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 大橋 篤志

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 浅尾 淑人

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 100057874

弁理士 曽我 道照 (外6名)

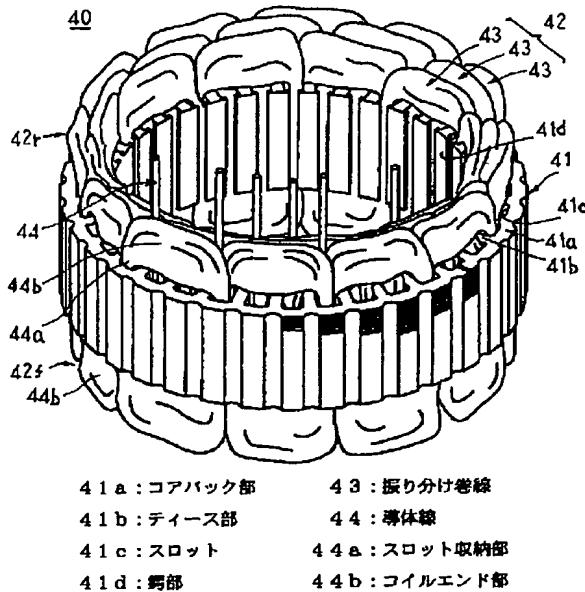
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交流発電機の固定子およびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 この発明は、固定子巻線42を構成し、導体線の絶縁被膜の損傷発生を抑えて、導体線同士の短絡事故を低減できる交流発電機の固定子およびその製造方法を得ることを目的とする。

【解決手段】 固定子巻線42は、それぞれ導体線44を3スロット毎に巻装して構成された3つの振り分け巻線43を備えている。そして、導体線44のスロット収納部44aは断面長方形に形成され、コイルエンド部44bは円形断面に形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円環状のコアバック部、該コアバック部からそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設されたティース部、隣り合う該ティース部により画成されたスロットおよび該ティース部の先端部から周方向両側に延出された鈎部を有する固定子鉄心と、上記固定子鉄心の所定スロット毎の上記スロットで構成されたスロット群のそれぞれに巻装された複数の巻線からなる固定子巻線とを備えた交流発電機の固定子において、

上記各巻線は、導体線を、上記スロットの両端から延出し、周方向の両側に振り分けられて周方向の両側に上記所定スロット離れた上記スロットにそれぞれ入るよう、上記スロット群に振り分け巻きに巻装して構成され、

上記導体線は、上記スロットに収納されるスロット収納部が断面扁平に成形され、上記スロット収納部の端部同士を連結するコイルエンド部が断面略円形に成形され、上記スロット収納部は、径方向に少なくとも1列に配列されて複数層に上記スロット内に収納されていることを特徴とする交流発電機の固定子。

【請求項2】 上記スロット収納部は、その周方向幅が上記スロットの周方向幅に略一致され、上記スロット内に径方向に重なって1列に配列されて収納されていることを特徴とする請求項1記載の交流発電機の固定子。

【請求項3】 上記スロット収納部は、その周方向幅が上記スロットの開口幅より大きく形成されていることを特徴とする請求項2記載の交流発電機の固定子。

【請求項4】 上記スロットは、内径側を先細りとする略台形形状に形成され、上記スロット内に径方向に配列された上記スロット収納部の扁平率が上記スロットの略台形形状に適合するように外径側から内径側に順次小さくなるように形成されていることを特徴とする請求項1記載の交流発電機の固定子。

【請求項5】 断面扁平形状を有するスロット開口通過部が上記スロット収納部と上記固定子鉄心の軸端一側の上記コイルエンド部との境界部に形成され、該スロット開口通過部がその断面の長手方向を径方向に略一致させて配置され、かつ、その周方向幅が上記スロットの開口幅より小さく形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項6】 上記スロットが每極毎相当たり複数個の割合で形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項7】 絶縁性樹脂が上記複数の巻線のコイルエンド部で構成されるコイルエンド群に塗布されていることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項8】 円環状のコアバック部、該コアバック部からそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定

ピッチで配設されたティース部、隣り合う該ティース部により画成されたスロットおよび該ティース部の先端部から周方向両側に延出された鈎部を有する固定子鉄心と、上記固定子鉄心の所定スロット毎の上記スロットで構成されたスロット群のそれぞれに巻装された複数の振り分け巻線からなる固定子巻線とを備えた交流発電機の固定子の製造方法において、磁性鋼板を積層一体化して上記固定子鉄心を作製する工程と、

10 断面略円形に成形された導体線をリング状に所定回巻にして巻線ユニットを作製する工程と、

上記巻線ユニットを折り曲げて、直線状のスロット収納部が長さ方向を径方向に略一致させて周方向に所定スロットピッチで配列され、約半数の該スロット収納部がコ字状のコイルエンド部で該所定スロットピッチ離れたスロット収納部の端部を内周側および外周側で交互に連結され、残る該スロット収納部がコ字状の該コイルエンド部で該所定スロットピッチ離れたスロット収納部の端部を内周側および外周側で交互に連結されて、上記約半数の該スロット収納部の端部を連結する上記コイルエンド部と上記残りの該スロット収納部の端部を連結する上記コイルエンド部とが径方向に相対する星形パターンの星形巻線ユニットを作製する工程と、

上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程と、

上記星形巻線ユニットを成形して、上記スロット収納部がその長さ方向を平行として周方向に上記所定スロットピッチで配列された円筒状の振り分け巻線ユニットを作製する工程と、

30 スロット開口を構成する上記鈎部間に上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の一部を通しつつ、上記スロット収納部を上記スロット内に挿入して、該振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に軸方向から装着する工程とを備えたことを特徴とする交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項9】 上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部を径方向内方に折り曲げる工程を備えたことを特徴とする請求項8記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項10】 上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の上記スロット収納部側を塑性変形させて扁平面を有するスロット開口通過部を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項8又は請求項9記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項11】 上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程において、上記星形巻線ユニットを構成する上記スロット収納部の全数

を一括してプレス成形するようにしたことを特徴とする請求項8乃至請求項10のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項12】上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程において、上記星形巻線ユニットを構成する上記スロット収納部を、上記スロット内の径方向における該スロット収納部の同一配列層毎に分けてプレス成形するようにしたことを特徴とする請求項8乃至請求項10のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項13】上記振り分け巻線を上記固定子鉄心に装着する工程において、上記固定子巻線を構成する複数の上記振り分け巻線が、上記スロット収納部を周方向に1スロットピッチづつずらして同心状に重ね合わせられて、一括して上記固定子鉄心に装着されることを特徴とする請求項8乃至請求項12のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、交流発電機に関し、特に自動車等に搭載される、小形化・高出力化の可能な交流発電機の固定子およびその製造方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】従来の交流発電機の固定子は、円形断面を有する導体線を固定子鉄心のスロットに巻装し、ついでスロット内に収納されている導体線をスロット深さ方向に押圧し、その後固定子鉄心のティース部先端を周方向両側に押し広げてスロット開口を半開口として、作製されていた。

【0003】しかしながら、円形断面の導体線をスロット内に収納する場合、導体線間に必然的に生じる空間により占積率（スロット内での導体線の占める割合）が向上されず、発電機の出力向上が図られない、という不具合があった。また、円形断面の導体線をスロットに巻装した場合、導体線同士がスロット内で交差したりして、導体線がスロット内に整列状態に収納されない。この収納状態の導体線をスロット深さ方向に押圧すると、導体線の表面の絶縁被膜が損傷し、導体線同士の短絡を発生させることになる。その結果、固定子の生産性が低下してしまう、という不具合もあった。

【0004】このような不具合を解消するために、円形断面の導体線を所定回巻回して巻線を作製し、この巻線のスロットに収納される導体線の部位を四角形断面に加圧成形し、その後四角形断面に成形された導体線の部位をスロットに挿入するようにして巻線を固定子鉄心に巻装して作製された交流発電機の固定子が、例えば特開昭63-194543号公報に提案されている。

【0005】図23は例えば特開昭63-194543号公報に記載された従来の交流発電機の固定子を示す要

部断面図、図24乃至図26はそれぞれ従来の交流発電機の固定子における固定子巻線の形成方法を説明する図、図27は従来の交流発電機の固定子における固定子巻線組み込み前の固定子鉄心の要部を示す斜視図、図28は従来の交流発電機の固定子における固定子鉄心の鍔部形成方法を説明する図である。

【0006】従来の交流発電機の固定子1は、図23に示されるように、固定子鉄心2と、固定子鉄心2に巻装された固定子巻線4とを備えている。固定子鉄心2は、所定形状に打ち抜き成形された鋼板を所定枚積層して作製され、円環状のコアバック部6から径方向内方に延設されたティース部7が周方向に所定ピッチで配列されて構成されている。そして、スロット3が隣り合うティース部7間に画成されている。また、鍔部5が各ティース部7の先端部に周方向両側に突出するように形成されている。この鍔部5は、磁束を収集する働きを有するとともに、スロット3の開口の約半分を閉じ、固定子巻線4の飛び出しを防止する働きを有する。固定子巻線4は、三相出力が得られるように固定子鉄心2に巻装して構成されている。そして、各スロット3内には、後述するように円形断面の導体線11の一部を長方形断面に加圧変形してなるスロット収納部12aが径方向に1列に並んで収納されている。また、各スロット3内には、耐熱性の高いインシュレータ8が装着され、固定子鉄心2と固定子巻線4との電気的絶縁を確保している。

【0007】ついで、固定子巻線4の形成方法について説明する。まず、図24に示されるように、1本の円形断面の導体線11を略長方形に所定回（例えば6回）巻回して長方形巻回部12を形成し、さらにこの長方形巻回部12から延出する導体線11を所定回巻回して次の長方形巻回部12を形成するようにして、複数個の長方形巻回部12を有する重ね巻き巻線10を作製する。次に、重ね巻き巻線10の各長方形巻回部12が、図25に示されるように、加圧成形機13に装着される。この時、スロット収納部12aが1列に重ね合わされてバネ16で摺動自在に支持されたスライダ14とストッパ15との間に挿入される。そして、スロット収納部12aがブッシュ17により矢印方向に加圧される。これにより、重ね巻き巻線10は、図26に示されるように、スロット収納部12aが長方形断面に成形される。なお、スロット収納部12a間を連結するコイル端部12bは円形断面となっている。

【0008】このように構成された重ね巻き巻線10は、図27に示される固定子鉄心2の各スロット3内に、スロット収納部12aを内周側から挿入される。この時、重ね巻き巻線10は、スロット収納部12aが3スロット毎のスロット3に挿入されて固定子鉄心2に巻装されている。そして、各スロット3内には、図28の(a)に示されるように、インシュレータ8が装着され、スロット収納部12aが径方向に1列に並んで6層

収納されている。また、3つの重ね巻き巻線10が、スロット収納部12aが挿入されるスロット3を1スロットづつずらして固定子鉄心2に巻装されて、固定子巻線4を構成している。ついで、固定子鉄心2のティース部7の先端面に、図28の(b)に矢印Fで示される方向に、ローラ等(図示せず)で加圧する。これにより、ティース部7の先端部に形成されていた貫通穴9が押しつぶされ、貫通穴9の周方向両側の部位が周方向外側に押し出され、鍔部5が形成される。

【0009】この従来の固定子1では、長方形断面のスロット収納部12aが各スロット3内に径方向に1列に並んで6層に収納されている。そして、1つのスロット3から引き出されて、周方向の一側に3スロット離れた次のスロット3に引き入れられる各重ね巻き巻線10の6本のコイル端部12bの束が、それぞれ周方向に6スロットピッチで配列されてコイルエンド群を構成している。このコイルエンド群では、コイル端部12bの束の径方向における重なりは、最大で3束となっている。

【0010】このように構成された従来の固定子1においては、重ね巻き巻線10のスロット収納部12aが、スロット3に挿入されるに先立って、長方形断面に形成されているので、スロット3内に収納されたスロット収納部12a間に隙間が生じにくくなる。その結果、占積率が向上され、発電機の出力向上が図られられる。また、1本の導体線11を用いて重ね巻き巻線10を形成した後、加圧成形機13を用いて重ね巻き巻線10の長方形巻回部12のスロット収納部12aを長方形断面に加圧変形しているので、スロット収納部12aをスライダ14とストッパ15との間に整列状態にセットでき、加圧変形に起因する導体線11の絶縁被膜の損傷発生を抑えることができる。その結果、導体線11同士の短絡発生が抑えられ、固定子1の生産性の低下を防止することができる。また、コイル端部12bが円形断面を有しているので、コイル端部12b同士の擦れに起因する絶縁被膜の損傷発生が抑えられ、絶縁性が向上される。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】従来の交流発電機の固定子1では、3つの重ね巻き巻線10がスロット収納部12aを挿入するスロット3を1スロットづつずらして固定子鉄心2に巻装されて構成されているので、固定子鉄心2の軸端側において、6本のコイル端部12bの束が径方向に関して最大3束重なっている。そこで、コイル端部12bの束間の干渉に起因する大きな曲げ応力がコイル端部12bに作用することになる。この曲げ応力がスロット収納部12aとコイル端部12bとの境界部に集中し、該境界部の絶縁被膜が損傷し、導体線11同士の短絡事故を発生させるという課題があった。

【0012】また、従来の交流発電機の固定子1の製造方法では、重ね巻き巻線10のスロット収納部12aを固定子鉄心2の各スロット3に内周側から挿入し、その

後ティース部7の先端面を内周側から押圧してティース部7の先端部を塑性変形させて周方向両側に延出する鍔部5を形成しているので、鍔部5の形状にばらつきが生じてしまう。その結果、固定子1を交流発電機に搭載した際に、磁気回路がアンバランスとなり、電磁音の悪化をもたらしてしまうという課題があった。

【0013】この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、固定子巻線を振り分け巻線で構成し、1つのスロットから延出するコイルエンド部を周方向両側に振り分けて、各スロット対のスロット収納部を連結するコイルエンド部の本数を削減し、コイルエンド部の束間の干渉に起因する曲げ応力を低減し、導体線の絶縁被膜の損傷発生を抑えて、導体線同士の短絡事故を低減できる交流発電機の固定子およびその製造方法を得ることを目的とする。また、固定子巻線のスロット収納部を固定子鉄心の各スロットに軸方向から挿入するようにして、固定子鉄心の成形時に、プレス打ち抜き成形により鍔部をティース部の先端に一体に形成できるようにし、交流発電機に搭載した際の電磁音の悪化を低減できる交流発電機の固定子の製造方法を得ることを目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】この発明による交流発電機の固定子は、円環状のコアバック部、該コアバック部からそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設されたティース部、隣り合う該ティース部により画成されたスロットおよび該ティース部の先端部から周方向両側に延出された鍔部を有する固定子鉄心と、上記固定子鉄心の所定スロット毎の上記スロットで構成されたスロット群のそれぞれに巻装された複数の巻線からなる固定子巻線とを備えた交流発電機の固定子において、上記各巻線は、導体線を、上記スロットの両端から延出し、周方向の両側に振り分けられて周方向の両側に上記所定スロット離れた上記スロットにそれぞれ入るよう、上記スロット群に振り分け巻きに巻装して構成され、上記導体線は、上記スロットに収納されるスロット収納部が断面扁平に成形され、上記スロット収納部の端部同士を連結するコイルエンド部が断面略円形に成形され、上記スロット収納部は、径方向に少なくとも1列に配列されて複数層に上記スロット内に収納されているものである。

【0015】また、上記スロット収納部は、その周方向幅が上記スロットの周方向幅に略一致され、上記スロット内に径方向に重なって1列に配列されて収納されているものである。

【0016】また、上記スロット収納部は、その周方向幅が上記スロットの開口幅より大きく形成されているものである。

【0017】また、上記スロットは、内径側を先細りとする略台形形状に形成され、上記スロット内に径方向に

配列された上記スロット収納部の扁平率が上記スロットの略台形形状に適合するように外径側から内径側に順次小さくなるように形成されているものである。

【0018】また、断面扁平形状を有するスロット開口通過部が上記スロット収納部と上記固定子鉄心の軸端一侧の上記コイルエンド部との境界部に形成され、該スロット開口通過部がその断面の長手方向を径方向に略一致させて配置され、かつ、その周方向幅が上記スロットの開口幅より小さく形成されているものである。

【0019】また、上記スロットが毎極毎相当たり複数個の割合で形成されているものである。

【0020】また、絶縁性樹脂が上記複数の巻線のコイルエンド部で構成されるコイルエンド群に塗布されているものである。

【0021】また、この発明による交流発電機の固定子の製造方法は、円環状のコアバック部、該コアバック部からそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設されたティース部、隣り合う該ティース部により画成されたスロットおよび該ティース部の先端部から周方向両側に延出された鈎部を有する固定子鉄心と、上記固定子鉄心の所定スロット毎の上記スロットで構成されたスロット群のそれぞれに巻装された複数の振り分け巻線からなる固定子巻線とを備えた交流発電機の固定子の製造方法において、磁性鋼板を積層一体化して上記固定子鉄心を作製する工程と、断面略円形に成形された導体線をリング状に所定回巻回して巻線ユニットを作製する工程と、上記巻線ユニットを折り曲げて、直線状のスロット収納部が長さ方向を径方向に略一致させて周方向に所定スロットピッチで配列され、約半数の該スロット収納部がコ字状のコイルエンド部で該所定スロットピッチ離れたスロット収納部の端部を内周側および外周側で交互に連結され、残る該スロット収納部がコ字状の該コイルエンド部で該所定スロットピッチ離れたスロット収納部の端部を内周側および外周側で交互に連結されて、上記約半数の該スロット収納部の端部を連結する上記コイルエンド部と上記残りの該スロット収納部の端部を連結する上記コイルエンド部とが径方向に相対する星形パターンの星形巻線ユニットを作製する工程と、上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程と、上記星形巻線ユニットを成形して、上記スロット収納部がその長さ方向を平行として周方向に上記所定スロットピッチで配列された円筒状の振り分け巻線ユニットを作製する工程と、スロット開口を構成する上記鈎部間に上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の一部を通しつつ、上記スロット収納部を上記スロット内に挿入して、該振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に軸方向から装着する工程とを備えたものである。

【0022】また、上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線

ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部を径方向内方に折り曲げる工程を備えたものである。

【0023】また、上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の上記スロット収納部側を塑性変形させて扁平断面を有するスロット開口通過部を形成する工程を備えたものである。

【0024】また、上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程において、上記星形巻線ユニットを構成する上記スロット収納部の全数を一括してプレス成形するようにしたものである。

【0025】また、上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程において、上記星形巻線ユニットを構成する上記スロット収納部を、上記スロット内の径方向における該スロット収納部の同一配列層毎に分けてプレス成形するようにしたものである。

【0026】また、上記振り分け巻線を上記固定子鉄心に装着する工程において、上記固定子巻線を構成する複数の上記振り分け巻線が、上記スロット収納部を周方向に1スロットピッチづつずらして同心状に重ね合わせられて、一括して上記固定子鉄心に装着されるものである。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1に係る固定子を搭載した車両用交流発電機を示す縦断面図、図2はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図、図3はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子における固定子巻線のスロット収納状態を示す一部断面図である。

【0028】この車両用交流発電機20は、図1に示されるように、それぞれ略椀形状のアルミ製のフロントブラケット21およびリヤブラケット22から構成されたハウジング23と、このハウジング23内に設けられ、一端部にブーリ24が固定されたシャフト26と、このシャフト26に固定されたランドル型の回転子27と、この回転子27の軸方向両端部に固定されたファン25と、回転子27を包囲するようにケース23に固定された固定子40と、シャフト26の他端部に固定されて回転子27に電流を供給するスリップリング28と、スリップリング28の表面に摺動する一対のブラシ29と、このブラシ29を収納するブラシホルダ30と、固定子40に電気的に接続され、固定子40で生じた交流を直流に整流する整流器31と、ブラシホルダ30に嵌着されて、固定子40で生じた交流電圧の大きさを調整するレギュレータ32とを備えている。

【0029】回転子27は、電流を流して磁束を発生する界磁巻線33と、この界磁巻線33を覆うように設け

られ、その磁束によって磁極が形成される一対のポールコア34、35とを備えている。そして、一対のポールコア34、35は、鉄製で、それぞれ最外径面形状を略台形形状とする爪状磁極34a、35aが外周縁部に周方向に等角ピッチで突設されており、これらの爪状磁極34a、35aを噛み合わせるように対向させてシャフト26に固定されている。固定子40は、磁性鋼板を積層してなる円筒状の固定子鉄心41と、固定子鉄心41に巻装された固定子巻線42とから構成されている。そして、固定子40は、爪状磁極34a、35aの外周面と固定子鉄心41の内周面との間に均一なエアギャップを形成するようにフロントブラケット21とリヤブラケット22とに挟持されている。

【0030】ついで、固定子40の構造について図2および図3を参考しつつ説明する。固定子鉄心41は、所定形状にプレス加工された磁性鋼板を積層一体化して円筒状に作製され、円環状のコアバック部41a、コアバック部41aからそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設されたティース部41b、隣り合うティース部41bにより画成されたスロット41cおよびティース部41bの先端部から周方向両側に延出された鍔部41dを有している。ここで、スロット41cは毎極毎相当たり1の割合で周方向に等角ピッチで形成されている。つまり、回転子27の12個の爪状磁極34a、35aに対して、1つの3相交流巻線からなる固定子巻線42が得られるように、36個のスロット41cが固定子鉄心41に設けられている。また、各ティース部41bが断面長方形に形成されているので、隣り合うティース部41bにより画成されるスロット41cは、内径側を先細りとする略台形形状に形成されている。

【0031】固定子巻線42は、装着されるスロット41cを1スロットづつずらして固定子鉄心41に装着された3相分の振り分け巻線43を備えている。そして、3相分の振り分け巻線43が交流結線、例えばY結線されて3相交流巻線を構成している。各振り分け巻線43は、絶縁被膜が被覆された銅線材からなる1本の導体線44を3スロット毎のスロット41cに周方向一侧に波状に5ターン巻回し、引き続いて3スロット毎のスロット41cに周方向他側に波状に5ターン巻回して構成されている。そして、導体線44は、スロット41c内に収納されている導体線44の部位（以下、スロット収納部44aとする）が断面長方形に成形され、固定子鉄心41の軸端側で3スロット離れたスロット41cに収納されているスロット収納部44aを連結している導体線44の部位（以下、コイルエンド部44bとする）が断面円形に成形されている。ここで、スロット収納部44aの断面長方形の長辺長さが鍔部41d間（スロット開口）の隙間より大きく、コイルエンド部44bの直径が鍔部41d間の隙間より小さくなっている。

【0032】そして、各スロット41cには、図3に示されるように、スロット収納部44aが、断面長方形の長手方向を周方向に向けて、かつ、互いに密接して径方向に2列に並んで5層に配列して収納されている。なお、図3では、スロット収納部44aとスロット41cの内壁面との間に大きな隙間があるよう示されているが、これはスロット収納部44aの配列状態を模式的に示したもので、実際には、スロット収納部44aはスロット41c内に密に収納されている。また、図3には示されていないが、インシュレータがスロット41c内に装着されていてもよい。

【0033】また、1つのスロット41cに収納されている5本のスロット収納部44aは、固定子鉄心41の軸端一側で、周方向一側に3スロット離れたスロット41cに収納されている5本のスロット収納部44aにそれぞれコイルエンド部44bにより連結され、固定子鉄心41の軸端他側で、周方向他側に3スロット離れたスロット41cに収納されている5本のスロット収納部44aにそれぞれコイルエンド部44bにより連結されている。さらに、1つのスロット41cに収納されている残りの5本のスロット収納部44aは、固定子鉄心41の軸端一側で、周方向他側に3スロット離れたスロット41cに収納されている5本のスロット収納部44aにそれぞれコイルエンド部44bにより連結され、固定子鉄心41の軸端他側で、周方向一側に3スロット離れたスロット41cに収納されている5本のスロット収納部44aにそれぞれコイルエンド部44bにより連結されている。

【0034】このように構成された固定子巻線42は、各スロット41cから延出する導体線44が周方向両側に半数づつ振り分けられている。そして、それぞれの振り分け巻線43においては、5本のコイルエンド部44bの束が、3スロットピッチで周方向に配列されている。そこで、固定子鉄心41の軸端両側において、3スロットピッチで周方向に配列されたコイルエンド部44bの束の層が、互いに1スロットずれて3層に配列されて、固定子巻線42のコイルエンド群42f、42rを構成している。

【0035】このように構成された車両用交流発電機20では、バッテリ（図示せず）からブラシ29、スリップリング28を通じて界磁巻線33に電流が供給されて磁束が発生する。この磁束により、ポールコア34の爪状磁極34aがN極に着磁され、ポールコア35の爪状磁極35aがS極に着磁される。一方、エンジンによってブーリ24が駆動され、シャフト26によって回転子27が回転される。この回転子27の回転により、回転磁界が固定子鉄心41に与えられ、固定子巻線42に起電力が発生する。固定子巻線42で発生された交流の起電力が整流器31により直流に整流されるとともに、その出力電圧の大きさがレギュレータ32により調整され

る。そして、整流器31の出力がバッテリに充電される。

【0036】この実施の形態1によれば、スロット収納部44aが断面長方形に形成されているので、スロット収納部44aを互いに密接させてスロット41c内に収納できる。その結果、スロット収納部44a間の隙間が少くなり、占積率の向上が図られ、高出力の発電機を実現できる。

【0037】振り分け巻線43を固定子鉄心41に巻装する際、固定子鉄心41に巻装された振り分け巻線43のコイルエンド部44bを整形する際、さらには自動車から車両用交流発電機20に振動が加わる際に、コイルエンド部44b同士が擦れあう。この時、コイルエンド部が断面矩形であると、その角部に擦られた絶縁被膜が損傷することになる。しかし、この固定子40では、コイルエンド部44bが断面円形に成形されているので、コイルエンド部44b同士の擦れに起因する絶縁被膜の損傷発生が抑えられ、絶縁性が向上される。

【0038】また、固定子巻線42が、振り分け巻線43により構成されているので、3スロット離れたスロット41c内に収納されているスロット収納部44aを連結しているコイルエンド部44bの本数が半減する。つまり、この固定子40では、3スロット離れたスロット41c内に収納されているスロット収納部44aを連結しているコイルエンド部44bの本数が5本となる。仮に、導体線を、1つのスロットから延出するたびに、周方向一側に3スロット離れたスロットに入るよう巻回する従来の巻線構造では、該コイルエンド部の本数は10本となる。そこで、コイルエンド部の太さおよび導体線の巻回数が同一であれば、この固定子40においては、従来の巻線構造に比べて、3スロット離れたスロット41c内に収納されているスロット収納部44aを連結しているコイルエンド部44bの本数が減る分、コイルエンド部44bの束が径方向に関して重なって互いに干渉することに起因して各コイルエンド部44bに作用する曲げ応力は低減される。その結果、この曲げ応力がスロット収納部44aとコイルエンド部44bとの境界部に集中しても、境界部の絶縁被膜が損傷しにくくなり、導体線44同士の短絡事故の発生が抑えられる。

【0039】また、各振り分け巻線43が導体線44を各スロット41cの両端から延出し、周方向の両側に振り分けられて周方向の両側に3スロット離れたスロット41cにそれぞれ入るように巻装して構成されている。そこで、コイルエンド部44bの束の径方向の重なりが周方向に分散され、コイルエンド群42f、42rにおける径方向の膨らみが低減される。これにより、コイルエンド群42f、42rの周方向における凹凸が少なくなるので、車両用交流発電機20の駆動時に、コイルエンド群42f、42rと回転子27およびファン25との間の圧力変動に起因して発生する風騒音が低減され

る。

【0040】また、スロット収納部44aが径方向に2列に並んでスロット41c内に収納されているので、スロット収納部が径方向に1列に並んでスロット内に収納されている場合に比べて、スロット収納部の扁平率(=断面矩形の長辺長さ/断面矩形の短辺長さ)を小さくできる。なお、断面円形の導体を断面矩形に塑性変形させてスロット収納部を形成する場合、扁平率が小さいほど、導体の変形度合いが小さい。そこで、スロット収納部の扁平率が小さい分、塑性変形工程における絶縁被膜の損傷発生が抑えられ、絶縁性が向上される。また、スロット収納部44aの断面長方形の長辺長さがスロット開口より大きく形成されているので、スロット収納部44aのスロット41cからの飛び出しがない。

【0041】ついで、固定子40の製造方法について図4乃至図8を参照しつつ説明する。ここで、図4はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法における星形巻線ユニットを製造する工程を説明する工程図、図5および図6はそれぞれこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子における振り分け巻線ユニットを示す斜視図および要部拡大図、図7はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法における振り分け巻線ユニットを固定子鉄心に装着する工程を説明する工程図、図8はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法における振り分け巻線ユニットの固定子鉄心への装着過程を説明する要部断面図である。

【0042】まず、図4の(a)に示されるように、絶縁被膜が被覆された断面円形の銅線材からなる1本の導体線44Aをリング状に5回巻回して第1の巻線ユニット45Aを作製し、引き続いてリング状に5回巻回して第2の巻線ユニット45Bを作製する。ついで、図4の(b)に示されるように、第1および第2の巻線ユニット45A、45Bを折り曲げて、隣り合う直線状のスロット収納部46aの端部をコ字状のコイルエンド部46bにより内周側および外周側で交互に連結する星形パターンを有する第1および第2の星形巻線ユニット46A、46Bを作製する。第1および第2の星形巻線ユニット46A、46Bでは、5本のスロット収納部46aの束が周方向に所定間隔をもって12束配列されている。その後、第1および第2の星形巻線ユニット46A、46Bを連結している導体線44Aの部位で折り返し、図4の(c)に示されるように、両星形パターンの山部と谷部とが重なるように、即ちコイルエンド部46bが径方向に相対するように、第1および第2の星形巻線ユニット46A、46Bを重ね合わせ、星形巻線ユニット46を作製する。

【0043】ついで、星形巻線ユニット46のスロット収納部46aの各束を加圧成形機(図示せず)にセットする。この時、各束のスロット収納部46aは加圧方向

に1列に重ねられる。そして、ブッシャ（図示せず）によりスロット収納部46aの全束を一括で加圧する。これにより、スロット収納部46aは断面円形から断面長方形に塑性変形される。そして、各スロット収納部46aはほぼ同一の断面形状となる。ここで、加圧成形機は、従来の加圧成形機13におけるスライダ14およびストッパ15の対が周方向に所定対配列されたものである。

【0044】そして、図5および図6に示されるように、星形巻線ユニット46を円筒状に成形して振り分け巻線ユニット47を作製する。この振り分け巻線ユニット47は、導体線44を波巻きに10ターン巻回したものである。そして、10本のスロット収納部47a（断面長方形に塑性変形されたスロット収納部46aに相当）の束が長さ方向を軸方向に平行として周方向に3スロットピッチで配列されている。また、スロット収納部47aの各束の5本づつがコイルエンド部47b（コイルエンド部46bに相当）により軸方向両端で交互に連結されている。さらに、スロット収納部47aの各束の残り5本づつが、同様に、コイルエンド部47bにより軸方向両端で交互に連結されている。なお、5本づつのスロット収納部47aを連結するコイルエンド部47bは軸方向で相対している。

【0045】ついで、振り分け巻線ユニット47の軸方向一端側のコイルエンド部47bを径方向内側に折り曲げる。そして、図7に示されるように、振り分け巻線ユニット47を固定子鉄心41に対して軸方向から装着する。この時、図8に示されるように、径方向内側に曲げられたコイルエンド部47bのスロット収納部47a近傍の部位が鍔部41d間（スロット開口）を軸方向に移動し、スロット収納部47aがスロット41c内に引き入れられる。そして、スロット収納部47aが完全にスロット41c内に引き入れられた後、径方向内側に曲げられたコイルエンド部47bを軸方向に延びるように戻し、1つの振り分け巻線ユニット47が固定子鉄心41に装着される。そして、次の振り分け巻線ユニット47が、挿入されるスロット41cを1スロットづらして同様に固定子鉄心41に装着される。さらに、もう1つの振り分け巻線ユニット47が同様に固定子鉄心41に装着され、図2に示される固定子40が得られる。

【0046】この実施の形態1による固定子の製造方法によれば、振り分け巻線ユニット47のスロット収納部47aが、スロット41cに挿入されるに先立って、断面長方形に形成されているので、スロット収納部12aをスロット41c内に隙間なく収納することができる。その結果、占積率が向上され、発電機の出力向上が図られる。また、断面円形の導体線44Aを用いて星形巻線ユニット46を形成した後、加圧成形機を用いて星形巻線ユニット46のスロット収納部46aを断面長方形に加圧変形しているので、スロット収納部46aを治

具（例えば、スライダとストッパとの間）に整列状態にセットでき、絡み合った導体線44Aを加圧変形すること起因する絶縁被膜の損傷発生を抑えることができる。その結果、導体線44同士の短絡発生が抑えられ、固定子40の生産性の低下を防止することができる。また、全スロット収納部46aを一度に加圧成形しているので、スロット収納部を断面長方形に塑性変形させる工程が簡略化される。また、コイルエンド部47bが円形断面を有しているので、固定子の製造工程におけるコイルエンド部47b同士の擦れに起因する絶縁被膜の損傷発生が抑えられ、絶縁性が向上される。

【0047】また、振り分け巻線ユニット47のコイルエンド部47bの一部を鍔部41d間に通しつつ、スロット収納部47aをスロット41c内に挿入するよう、振り分け巻線ユニット47を固定子鉄心41に軸方向から装着しているので、固定子鉄心41を作製する段階で鍔部41dをティース部41bの先端部に形成できる。そこで、従来の固定子1の製造方法における鍔部5を作製する工程が不要となり、製造工程の簡略化が図られる。また、鍔部41dは、固定子鉄心41の材料である磁性鋼板をプレス成形する際に同時に形成できるので、鍔部41dの形状、即ちティース部41bの先端形状を高精度に形成できる。そこで、固定子40を車両用交流発電機に搭載した際に、磁気回路がバランスよく形成され、電磁音の悪化が抑制される。さらに、固定子鉄心41に装着するに先立って、振り分け巻線ユニット47のコイルエンド部47bが径方向内側に曲げられているので、コイルエンド部47bが固定子鉄心41に干渉されることなく、コイルエンド部47bの一部を鍔部41d間に通すことができる。そこで、振り分け巻線ユニット47の装着作業性が向上されるとともに、コイルエンド部47bと固定子鉄心41との干渉に起因する絶縁被膜の損傷発生も抑えられる。

【0048】なお、上記実施の形態1では、スロット41cが略台形形状に形成されているものとしているが、ティース部を断面台形に形成してスロットを略長方形に形成してもよい。この場合、径方向に2列に配列したスロット収納部44aの束をスロットの内形形状に適合するようにできるので、占積率が高められるとともに、振動などによるスロット収納部のスロット内での変位が抑えられ、絶縁被膜の損傷発生が抑えられる。また、上記実施の形態1による固定子40において、コイルエンド群42f、42rにワニスなどの絶縁性樹脂を塗布するようにしてもよい。この場合、絶縁性樹脂がコイルエンド部44b同士を固着し、振動に起因するコイルエンド部44b同士の擦れをなくしているので、コイルエンド部44bの絶縁被膜の損傷に伴う絶縁性の悪化が抑えられる。さらに、上記実施の形態1では、振り分け巻線ユニット47を1つづつ固定子鉄心41に装着するものとして説明しているが、3つの振り分け巻線ユニット47

を同心状に重ね合わせ、一度にまとめて固定子鉄心4 1に装着するようにしてもよい。この場合、振り分け巻線ユニット4 7の固定子鉄心4 1への装着工程が簡略化される。

【0049】実施の形態2. 図9はこの発明の実施の形態2に係る車両用交流発電機の固定子における固定子巻線のスロット収納状態を示す一部断面図である。この実施の形態2では、断面長方形のスロット収納部4 4 cがスロット4 1 c内に径方向に2列に並んで5層に配列されている。そして、スロット収納部4 4 cの扁平率が最外層から最内層に順次小さくなるように形成され、径方向に2列に配列したスロット収納部4 4 cの束がスロット4 1 cの略台形形状に適合するように形成されている。なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

【0050】この実施の形態2によれば、スロット収納部4 4 cの扁平率が最外層から最内層に順次小さくなるように形成され、径方向に2列に配列したスロット収納部4 4 cの束がスロット4 1 cの略台形形状に適合するように形成されているので、占積率が高められる。さらに、振動などによるスロット収納部4 4 cのスロット4 1 c内での変位が抑えられ、絶縁被膜の損傷発生が抑えられる。

【0051】ここで、この実施の形態2によるスロット収納部を断面長方形に塑性変形させる工程について説明する。まず、上記実施の形態1と同様に、星形巻線ユニット4 6を作製する。ついで、星形巻線ユニット4 6を構成する第1および第2の星形巻線ユニット4 6 A、4 6 Bのスロット収納部4 6 aの各束からスロット収納部4 6 aを1つづつ加圧成形機にセットし、10本のスロット収納部4 6 aを一度に断面長方形に塑性変形させる。この工程を5回繰り返し、全てのスロット収納部4 6 aを断面長方形に変形させる。この時、各工程におけるブッシャによる加圧力を順次変えて、扁平率が5段階に順次小さくなるように5種類の断面形状のスロット収納部4 4 cを形成する。

【0052】このように作製されたスロット収納部4 4 cは、図9に示されるように、扁平率が最外層から最内層に順次小さくなるように、スロット4 1 c内に径方向に2列に配列される。そして、スロット4 1 c内に収納されているスロット収納部4 4 cの束がスロット4 1 cの略台形形状に適合している。

【0053】従って、この実施の形態2による星形巻線ユニットのスロット収納部の断面矩形に成形する工程を適用すれば、スロット収納部の扁平率を任意に調整することができるので、略台形形状のスロット4 1 c内にも、高い占積率でスロット収納部を収納させることができる。

【0054】実施の形態3. 上記実施の形態1では、1本の導体線4 4 Aを用いて星形巻線ユニット4 7を作製

するものとしているが、この実施の形態3では、2本の導体線4 4 Aを用いて星形巻線ユニット4 9を作製するものとしている。なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

【0055】ここで、この実施の形態3による星形巻線ユニットを製造する工程について図10を参照しつつ説明する。まず、1本の導体線4 4 Aをリング状に5回巻回して巻線ユニット4 8を作製する。同様に、1本の導体線4 4 Aをリング状に5回巻回してもう1つの巻線ユニット4 8を作製する。ついで、各巻線ユニット4 8を折り曲げて、隣り合う直線状のスロット収納部4 9 aの端部をコ字状のコイルエンド部4 9 bにより内周側および外周側で交互に連結する星形パターンを有する第1および第2の星形巻線ユニット4 9 A、4 9 Bを作製する。第1および第2の星形巻線ユニット4 9 A、4 9 Bでは、5本のスロット収納部4 9 aの束が周方向に所定間隔をもって12束配列されている。その後、第1および第2の星形巻線ユニット4 9 A、4 9 Bを、両星形パターンの山部と谷部とが重なるように、即ちコイルエンド部4 9 bが径方向に相対するように、第1および第2の星形巻線ユニット4 9 A、4 9 Bを重ね合せ、星形巻線ユニット4 9を作製する。

【0056】このように作製された星形巻線ユニット4 9は、第1および第2の星形巻線ユニット4 9 A、4 9 Bがそれぞれ1本の導体線4 4 Aで作製されている点を除いて、上記実施の形態1による星形巻線ユニット4 7と同様に構成されている。そこで、星形巻線ユニット4 7に代えて、星形巻線ユニット4 9を用いて、上記実施の形態1と同じ製造方法と探ることにより、固定子4 0と同等の固定子が得られる。従って、この実施の形態3においても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

【0057】実施の形態4. 図11はこの発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図、図12はこの発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機の固定子における固定子巻線のスロット収納状態を示す一部断面図、図13はこの発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機の固定子における1相分の振り分け巻線を示す斜視図、図14はこの発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機の固定子における1相分の振り分け巻線の要部を示す拡大図である。

【0058】図11において、固定子鉄心4 1 Aは、所定形状にプレス加工された磁性鋼板を積層一体化して円筒状に作製されたもので、スロット4 1 cが毎極毎相当たり2の割合で周方向に等角ピッチで形成されている。つまり、回転子2 7の12個の爪状磁極に対して、2つの3相交流巻線からなる固定子巻線4 2 Aが得られるよう、72個のスロット4 1 cが固定子鉄心4 1 Aに設けられている。なお、スロット4 1 cが毎極毎相当たり2の割合で形成されている点を除いて、上述の固定子鉄

心41と同様に構成されている。

【0059】固定子巻線42Aは、装着されるスロット41cを1スロットづつずらして固定子鉄心41Aに装着された6相分の振り分け巻線43Aを備えている。そして、それぞれ3相分の振り分け巻線43Aが交流結線、例えばY結線されて2つの3相交流巻線を構成している。各振り分け巻線43Aは、図13および図14に示されるように、絶縁被膜が被覆された銅線材からなる1本の導体線44を6スロット毎のスロット41cに周方向一側に波状に3ターン巻回し、引き続いて6スロット毎のスロット41cに周方向他側に波状に3ターン巻回して構成されている。そして、導体線44は、スロット41c内に収納されているスロット収納部44aが断面長方形に成形され、固定子鉄心41Aの軸端側で6スロット離れたスロット41cに収納されているスロット収納部44aを連結しているコイルエンド部44bが断面円形に成形されている。さらに、スロット収納部44aとコイルエンド部44bとの連結部が断面扁平に成形され、スロット開口通過部44dを構成している。

【0060】そして、各スロット41cには、図12に示されるように、スロット収納部44aが、断面長方形の長手方向を周方向に向けて、かつ、互いに密接して径方向に1列に並んで6層に配列して収納されている。ここで、スロット収納部44aの断面長方形の長辺長さが鍔部41d間（スロット開口）の隙間より大きくなっている。そして、スロット開口通過部44dは、断面扁平の長軸方向がスロット収納部44aの断面長方形の長手方向と直交し、その断面扁平の短軸方向長さが鍔部41d間の隙間より小さくなっている。

【0061】また、1つのスロット41cに収納されている3本のスロット収納部44aは、固定子鉄心41Aの軸端一側で、周方向一側に6スロット離れたスロット41cに収納されている3本のスロット収納部44aにそれぞれコイルエンド部44bにより連結され、固定子鉄心41Aの軸端他側で、周方向他側に6スロット離れたスロット41cに収納されている3本のスロット収納部44aにそれぞれコイルエンド部44bにより連結されている。さらに、1つのスロット41cに収納されている残りの3本のスロット収納部44aは、固定子鉄心41Aの軸端一側で、周方向他側に6スロット離れたスロット41cに収納されている3本のスロット収納部44aにそれぞれコイルエンド部44bにより連結され、固定子鉄心41Aの軸端他側で、周方向一側に6スロット離れたスロット41cに収納されている3本のスロット収納部44aにそれぞれコイルエンド部44bにより連結されている。

【0062】このように構成された固定子巻線42Aは、各スロット41cから延出する導体線44が周方向両側に半数づつ振り分けられている。そして、それぞれの振り分け巻線43Aにおいては、3本のコイルエンド

部44bの束が、6スロットピッチで周方向に配列されている。そこで、固定子鉄心41Aの軸端両側において、6スロットピッチで周方向に配列されたコイルエンド部44bの束の層が、互いに1スロットずれて6層に配列されて、固定子巻線42Aのコイルエンド群42f、42rを構成している。

【0063】従って、このように構成された固定子40Aにおいても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。この固定子40Aにおいては、スロット41cが毎極毎相あたり2の割合で形成されているので、毎極毎相あたり1の割合で形成されるスロットに比べてスロット形状が細くなる。また、スロット収納部44aがスロット41c内に径方向に1列に並んで配列されている。その結果、スロット収納部44aの扁平率が小さくなり、スロット収納部44aの成形時における絶縁被膜の損傷発生を抑えることができる。また、スロット開口より細い幅を有する断面扁平のスロット開口通過部44dがスロット収納部44aとコイルエンド部44bとの連結部に形成されているので、振り分け巻線43Aの装着時に、スロット開口通過部44dをスロット開口に通しつつスロット収納部44aをスロット41c内に挿入できる。その結果、導体線44と固定子鉄心41Aとの接触が回避でき、絶縁被膜の損傷発生が抑えられる。

【0064】ついで、振り分け巻線43Aを構成する振り分け巻線ユニットの製造方法について説明する。まず、図4の(a)～(c)に示される工程により、それぞれ導体線44Aを3ターン巻回して形成された第1および第2の星形巻線ユニットが、両星形パターンの山部と谷部とが重なるように、即ちコイルエンド部が径方向に相対するように、重ね合わされた星形巻線ユニットを作製する。

【0065】ついで、星形巻線ユニットのスロット収納部の各束を加圧成形機にセットし、ブッシャによりスロット収納部の全束を一括で加圧する。これにより、星形巻線ユニットのスロット収納部は断面円形から断面長方形に塑性変形される。ついで、コイルエンド部のスロット収納部近傍を加圧成形機により扁平断面に塑性変形し、断面扁平のスロット開口通過部44dを形成する。そして、星形巻線ユニットを円筒状に成形し、図13および図14に示される振り分け巻線43Aと同一形状の振り分け巻線ユニットを作製する。

【0066】このように作製された振り分け巻線ユニットの軸方向一端側（スロット開口通過部が形成されている側）のコイルエンド部を径方向内側に折り曲げる。そして、振り分け巻線ユニットを固定子鉄心41Aに対して軸方向から装着する。この時、コイルエンド部のスロット収納部近傍に形成されたスロット開口通過部44dが鍔部41d間を軸方向に移動し、スロット収納部がスロット41c内に引き入れられる。そして、スロット収納部が完全にスロット41c内に引き入れられた後、径

方向内側に曲げられたコイルエンド部を軸方向に延びるように戻し、1つの振り分け巻線ユニットが固定子鉄心41Aに装着される。そして、残りの5相分の振り分け巻線ユニットが、挿入されるスロット41cを1スロットづらして同様に固定子鉄心41Aに装着され、図12に示される固定子40Aが得られる。

【0067】この実施の形態4では、スロット開口より細い幅を有する断面扁平のスロット開口通過部44dがコイルエンド部44bのスロット収納部44a近傍に形成されているので、振り分け巻線ユニットの装着時に、スロット開口通過部44dをスロット開口に通しつつスロット収納部44aをスロット41c内に挿入できる。その結果、導体線44と固定子鉄心41Aとの接触が回避でき、絶縁被膜の損傷発生が抑えられる。また、スロット開口通過部44dを形成しているので、コイルエンド部44bの径を大きくすることができる。つまり、導体線44の低抵抗化が可能となり、通電時の発熱を抑え、高出力化が図られる。

【0068】なお、上記実施の形態4において、上記実施の形態2による星形巻線ユニットのスロット収納部の断面矩形に形成する工程を採用して、スロット収納部44aの扁平率を最外層から最内層に順次小さくするように形成し、スロット41c内に収納されているスロット収納部44aの束がスロット41cの略台形形状に適合するようにしてもよい。また、上記実施の形態4では、スロット41cが毎極毎相当たり2の割合で形成されている固定子鉄心41Aを用いるものとしているが、スロットが毎極毎相当たり3以上の割合で形成されている固定子鉄心を用いても、同様の効果が得られる。

【0069】実施の形態5、図15はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の要部を示す斜視図、図16はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線における1相分の振り分け巻線の結線状態を説明する端面図、図17はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリの製造方法を説明する図、図18はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリの製造方法を説明する図、図19はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリを示す側面図、図20はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリの巻線構造を説明する斜視図、図22はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法を説明する工程断面図である。なお、図16において、実線は固定子鉄心の第1端面側の結線状態を示し、点線は固定子鉄心の第2端面側の結線

状態を示し、黒丸は接合部を示し、1、7、13…91はスロット番号を示している。

【0070】図15において、固定子50は、円筒状に成形された積層鉄心で作製され、軸方向に延びるスロット51cが、内周側に開口するように、周方向に所定ピッチで複数形成されている固定子鉄心51と、複数の連続する導体線をスロット51caに巻装して形成された固定子巻線52と、各スロット51cに装着されているインシュレータ53とから構成されている。

【0071】固定子鉄心51は、円環状のコアパック部51a、コアパック部51aからそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設された断面台形形状のティース部51b、隣り合うティース部51bにより画成された略長方形のスロット51cおよびティース部51bの先端部から周方向両側に延出された鰐部51dを備えている。なお、この固定子50は、爪状磁極数が16の回転子を搭載する車両用交流発電機に適用するもので、固定子鉄心51に96個のスロット51cが形成されている。つまり、スロット51cは、毎極毎相あたり2の割合で形成されている。

【0072】固定子巻線52は、1本の導体線60が、固定子鉄心51の第1および第2端面側のスロット51c外で折り返されて、6スロット毎のスロット51c内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るよう波巻きに巻装された巻線を複数備えている。

【0073】ここで、導体線60は、絶縁被膜が被覆された銅線材を用いている。そして、スロット51c内に収納されている導体線60の部位（スロット収納部60a）が断面長方形に形成され、固定子鉄心51の第1および第2端面側で6スロット離れた一方のスロット51c内の内層のスロット収納部60aと他方のスロット51c内の外層のスロット収納部60aとを直列に接続する導体線60の部位（コイルエンド部60b）が断面円形に形成されている。

【0074】つぎに、固定子巻線52を構成する1相分の振り分け巻線55の巻線構造について図16を参照して具体的に説明する。1相分の振り分け巻線55は、それぞれ1本の導体線60からなる第1乃至第4の巻線61～64から構成されている。そして、第1巻線61は、1本の導体線60を、1番から91番まで6スロットおきに、スロット51c内の1番地と2番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第2巻線62は、導体線60を、1番から91番まで6スロットおきに、スロット51c内の2番地と1番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第3巻線63は、導体線60を、1番から91番まで6スロットおきに、スロット51c内の3番地と4番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第4巻線64は、導体線60を、1番から91番まで6スロットおきに、スロット51c内の4番地と3番地とを交互に採るように波巻き

して構成されている。そして、各スロット51c内には、導体線60のスロット収納部60aが断面長方形の長手方向を径方向に揃えて径方向に1列に4本並んで配列されている。

【0075】そして、固定子鉄心51の第1端面側において、1番のスロット51cの2番地から延出する第2巻線62の巻き始め端部62aと、91番のスロット51cの3番地から延出する第4巻線64の巻き終わり端部64bとがTIG溶接され、さらに1番のスロット51cの4番地から延出する第4巻線64の巻き始め端部64aと、91番のスロット51cの1番地から延出する第2巻線62の巻き終わり端部62bとがTIG溶接されて、2ターンの巻線が形成されている。また、固定子鉄心51の第2端面側において、1番のスロット51cの1番地から延出する第1巻線61の巻き始め端部61aと、91番のスロット51cの4番地から延出する第3巻線63の巻き終わり端部63bとが接合され、さらに1番のスロット51cの3番地から延出する第3巻線63の巻き始め端部63aと、91番のスロット51cの2番地から延出する第1巻線61の巻き終わり端部61bとが接合されて、2ターンの巻線が形成されている。

【0076】さらに、61番のスロット51cの3番地と67番のスロット51cの4番地とから固定子鉄心51の第1端面側に延出する第3巻線63の導体線60のコイルエンド部60bが切断され、67番のスロット51cの3番地と73番のスロット51cの4番地とから固定子鉄心51の第1端面側に延出する第4巻線64の導体線60のコイルエンド部60bが切断される。そして、第3巻線63の切断端63cと第4巻線64の切断端64cとが接合されて、第1乃至第4巻線61~64を直列接続してなる4ターンの1相分の振り分け巻線55が形成されている。なお、第3巻線63の切断端63dと第4巻線64の切断端64dとがそれぞれ口出し線(○)および中性点(N)となる。

【0077】同様にして、導体線60が巻装されるスロット51cを1スロットづつずらして6相分の巻線55が形成されている。そして、それぞれ3相分の振り分け巻線55が例えばY結線されて、2つの3相交流巻線を構成し、固定子50が得られる。なお、この2つの3相交流巻線が固定子巻線52を構成している。

【0078】このように構成された固定子50においては、断面長方形に成形されたスロット収納部60aがその平坦面を各スロット51cの側壁面にインシュレータ13を介して密着させて各スロット51c内にスロット深さ方向に1列に並んで配列されている。そして、6スロット離れたスロット51cの対において、固定子鉄心51の軸方向の第1端面側で、両スロット51c内の1番地と2番地とに収納されているスロット収納部60aが断面円形に成形されたコイルエンド部60bにより直

列に接続され、両スロット51c内の3番地と4番地とに収納されているスロット収納部60aがコイルエンド部60bにより直列に接続されている。これらの2つのコイルエンド部60bは、径方向に離間して配置されている。これにより、コイルエンド部60bが、径方向および周方向に互いに離間して、周方向に1スロットピッチで整列されて配列されて、コイルエンド群52rを構成している。

【0079】同様に、6スロット離れたスロット51cの対において、固定子鉄心51の軸方向の第2端面側で、両スロット51c内の1番地と2番地とに収納されているスロット収納部60aがコイルエンド部60bにより直列に接続され、両スロット51c内の3番地と4番地とに収納されているスロット収納部60aがコイルエンド部60bにより直列に接続されている。これらの2つのコイルエンド部60bは、径方向に離間して配置されている。これにより、コイルエンド部60bが、径方向および周方向に互いに離間して、周方向に1スロットピッチで整列されて配列されて、コイルエンド群52fを構成している。

【0080】また、コイルエンド群52f・52rにおいては、1つのスロット51cから延出する導体線60は周方向両側に半数づつ振り分けられて、それぞれ周方向両側に6スロット離れたスロット51cに引き入れられている。

【0081】従って、この実施の形態5においても、固定子巻線52が振り分け巻線55により構成され、スロット収納部60aが断面長方形に形成され、かつ、コイルエンド部60bが円形断面に形成されているので、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。スロット51c内の導体の占積率を大きくでき、高出力の発電機を実現できる。また、この実施の形態5によれば、コイルエンド群52f・52rの整列化および高密度化が図られるので、固定子50の小型化が図られる。

【0082】ついで、固定子50の製造方法について図17乃至図22を参照しつつ具体的に説明する。まず、12本の連続する導体線65が平面上に1スロットピッチに並べられる。ついで、図17に示されるように、12本の導体線65を一緒に所定ピッチ(2点鎖線の位置)で折り返し、図18に示されるように、12本の導体線65が中心線Lに対して角度α度傾斜するように螺旋状に巻回された帯状の巻線ユニット56を形成する。この導体線65は、絶縁被膜が被覆された断面円形に形成された銅線材からなる。そして、巻線ユニット56の幅方向に関して距離D離れた位置において、一対のピン群70を巻線ユニット56の表面側から各導体線65間に挿入する。同様に、巻線ユニット56の幅方向に関して距離D離れた位置において、一対のピン群70を巻線ユニット56の裏面側から各導体線65間に挿入する。さらに、巻線ユニット56の幅方向端部において、位置

規制ピン群71を各導体線65間に挿入する。このようにして、ピン群70、71が、図18に示されるように、セットされる。ここで、距離Dは後述する積層鉄心59のスロット59cの溝方向長さ（固定子鉄心51の軸方向長さ）に略一致している。

【0083】そこで、巻線ユニット56の表面側から各導体線65間に挿入された一対のピン群70が、図18中実線矢印で示されるように、巻線ユニット56の長さ方向で互いに逆方向に移動される。同様に、巻線ユニット56の裏面側から各導体線65間に挿入された一対のピン群70が、図18中点線矢印で示されるように、巻線ユニット56の長さ方向で互いに逆方向に移動される。この時、位置規制ピン群71が各導体線65間に挿入されているので、導体線65がバラバラとなることが阻止される。そこで、一対のピン70間に位置する各導体線65の部位が巻線ユニット56の長さ方向に対して直交するように変形される。これにより、巻線ユニット56の長さ方向に対して直交するように変形された直線部57aが巻線ユニット56の表裏方向で重なって対をなし、巻線ユニット56の長さ方向に1スロットピッチで96対配列される。そして、一対のピン70の外方に位置する各導体線65の部位が6スロット離れた直線部57a間を連結する連結部となる。このように作製された帯状の巻線ユニット57は、直線部57aが断面円形を有している点を除いて、図20に示される上述する巻線アッセンブリ58と同等の巻線構造に構成されている。即ち、巻線ユニット57は、直線部57aが連結部により連結されて6スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う直線部57aが連結部により幅方向の両側に導体線65の幅(w)分交互にずらされたバターンに形成された2本の導体線65を、互いに6スロットピッチずらして直線部57aを重ねて配列してなる導体線65の対が、1スロットピッチづつ離れて6対配列されて構成されている。

【0084】ついで、この帯状の巻線ユニット57が、プレス治具72にセットされる。このプレス治具72は、図19に示されるように、プレス溝74が1スロットピッチで配列された金型73と、プレス棒75aが1スロットピッチで配列された押し具75とから構成されている。そして、各プレス溝74は、後述する積層鉄心59のスロット59cの溝方向長さ（固定子鉄心11の軸方向長さ）に略一致する溝方向長さに形成され、さらに導体線65の線径と同等の溝幅を有する第1プレス溝74aと、この第1プレス溝74aに引き続いで形成され、第1プレス溝74aの溝幅より狭い溝幅の第2プレス溝74bとから構成されている。また、プレス棒75aは、プレス溝74の溝方向長さに略一致する長さを有し、かつ、第2プレス溝74bの溝幅に略一致する幅を有している。

【0085】そこで、帯状の巻線ユニット57は、図1

9の(a)に示されるように、直線部57aの各対が各プレス溝74の第1プレス溝74a内に収納されるように金型73にセットされる。その後、押し具75が各押し棒75aをプレス溝74の第1プレス溝74a内に位置するようにセットされ、図1の(a)中下方に移動させる。これにより、各対の直線部57aが押圧され、塑性変形しつつ第1プレス溝74aから第2プレス溝74b内に押し込まれ、ついには第2プレス溝74bの底部に当接する。そして、各対の直線部57aが押し具75によりさらに押し圧され、図19の(b)に示されるように、断面長方形を有するスロット収納部60aとなる。その後、押し具75を引き抜き、帯状の巻線ユニット57を金型73から取り出し、図20に示される巻線アッセンブリ58が得られる。

【0086】このようにして作製された巻線アッセンブリ58は、図20の紙面と直交する方向（巻線アッセンブリ58の幅方向に相当）に重なった一対のスロット収納部60aが1スロットピッチで96対配列され、各対のスロット収納部60aの幅方向一側のスロット収納部60aが6スロット離れた各対のスロット収納部60aの幅方向他側のスロット収納部60aにコイルエンド部60bにより連結されて、構成されている。つまり、図21に示されるように、スロット収納部60aがコイルエンド部60bにより連結されて6スロットピッチで配列され、かつ、隣り合うスロット収納部60aがコイルエンド部60bにより幅方向の両側に導体線60の幅(w)分交互にずらされたバターンに形成された2本の導体線60が、互いに6スロットピッチずらしてスロット収納部60aを重ねて配列して対をなしている。そして、このように構成された導体線60の対が、1スロットピッチづつ離れて6対配列されて巻線アッセンブリ58を構成している。

【0087】ついで、図22の(a)に示されるように、インシュレータ53が積層鉄心59の各スロット59cに装着される。この積層鉄心59は、プレス加工してなる多数枚の磁性鋼板を積層一体化して直方体に形成されたものである。そして、コ台形形状のティース部59bがアバック部59aの一側に所定ピッチに形成され、鍔部59dが各ティース部59bの先端部に形成されている。そして、96個のスロット59aが形成されている。そして、図22の(b)に示されるように、2つの巻線アセンブリ58が重ねられてスロット59cの開口側から積層鉄心59に装着される。これにより、巻線アッセンブリ58は、4本のスロット収納部60aが断面長方形の長手方向をスロット深さ方向に一致させて、かつ、スロット深さ方向に1列に並んでスロット59c内に収納されて、積層鉄心59に装着されている。

【0088】その後、図22の(c)に示されるように、2つの巻線アセンブリ58が装着された積層鉄心59を環状に曲げ、環状に曲げられた積層鉄心59の両端

を突き合わせ、突き合わせ部をレーザ溶接する。そして、両端を溶接一体化された積層鉄心59が固定子鉄心51となる。そして、図16に示される結線方法に基づいて導体線60を結線し、固定子50が得られる。

【0089】このように、この固定子50の製造方法においても、鍛部51dが積層鉄心59を作製する段階で同時に成形されているとともに、鍛部51dをプレス成形により形成できるので、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

【0090】なお、上記各実施の形態では、スロット収納部を断面長方形に形成するものとして説明しているが、スロット収納部は扁平な断面形状であればよく、長方形、レーストラック状、砲丸状などの断面形状が用いられる。また、コイルエンド部を円形断面に形成するものとして説明しているが、コイルエンド部は略円形な断面形状であればよく、円形、橢円形などの断面形状が用いられる。

【0091】

【発明の効果】この発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0092】この発明によれば、円環状のコアパック部、該コアパック部からそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設されたティース部、隣り合う該ティース部により画成されたスロットおよび該ティース部の先端部から周方向両側に延出された鍛部を有する固定子鉄心と、上記固定子鉄心の所定スロット毎の上記スロットで構成されたスロット群のそれぞれに巻装された複数の巻線からなる固定子巻線とを備えた交流発電機の固定子において、上記各巻線は、導体線を、上記スロットの両端から延出し、周方向の両側に振り分けられて周方向の両側に上記所定スロット離れた上記スロットにそれぞれ入るように、上記スロット群に振り分け巻きに巻装して構成され、上記導体線は、上記スロットに収納されるスロット収納部が断面扁平に成形され、上記スロット収納部の端部同士を連結するコイルエンド部が断面略円形に成形され、上記スロット収納部は、径方向に少なくとも1列に配列されて複数層に上記スロット内に収納されているので、占積率の向上が図られ、高出力の発電機を実現できるとともに、コイルエンド部同士の擦れに起因する絶縁被膜の損傷が抑えられ、かつ、コイルエンド部同士の干渉により発生する曲げ応力に起因する絶縁被膜の損傷が抑えられ、絶縁性に優れた交流発電機の固定子が得られる。

【0093】また、上記スロット収納部は、その周方向幅が上記スロットの周方向幅に略一致され、上記スロット内に径方向に重なって1列に配列されて収納されているので、振動に伴うスロット収納部のスロット内での変位が抑えられ、絶縁性が向上される。

【0094】また、上記スロット収納部は、その周方向幅が上記スロットの開口幅より大きく形成されているの

で、スロット収納部の飛び出しが防止される。

【0095】また、上記スロットは、内径側を先細りとする略台形形状に形成され、上記スロット内に径方向に配列された上記スロット収納部の扁平率が上記スロットの略台形形状に適合するよう外径側から内径側に順次小さくなるように形成されているので、振動に伴うスロット収納部のスロット内での変位が確実に抑えられ、絶縁性がさらに向上される。

【0096】また、断面扁平形状を有するスロット開口通過部が上記スロット収納部と上記固定子鉄心の軸端一侧の上記コイルエンド部との境界部に形成され、該スロット開口通過部がその断面の長手方向を径方向に略一致させて配置され、かつ、その周方向幅が上記スロットの開口幅より小さく形成されているので、固定子巻線の固定子鉄心への装着時の固定子巻線と固定子鉄心との間の接触を減少できる。

【0097】また、上記スロットが毎極毎相当たり複数個の割合で形成されているので、スロット形状が細くなり、スロット収納部の扁平率を小さくできる。その結果、スロット収納部を断面扁平にする際の絶縁被膜の損傷発生が抑えられる。

【0098】また、絶縁性樹脂が上記複数の巻線のコイルエンド部で構成されるコイルエンド群に塗布されているので、コイルエンド部同士の擦れがなく、絶縁性が向上される。

【0099】また、この発明による交流発電機の固定子の製造方法は、円環状のコアパック部、該コアパック部からそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設されたティース部、隣り合う該ティース部により画成されたスロットおよび該ティース部の先端部から周方向両側に延出された鍛部を有する固定子鉄心と、上記固定子鉄心の所定スロット毎の上記スロットで構成されたスロット群のそれぞれに巻装された複数の振り分け巻線からなる固定子巻線とを備えた交流発電機の固定子の製造方法において、磁性鋼板を積層一体化して上記固定子鉄心を作製する工程と、断面略円形に成形された導体線をリング状に所定回巻回して巻線ユニットを作製する工程と、上記巻線ユニットを折り曲げて、直線状のスロット収納部が長さ方向を径方向に略一致させて周方向に所定スロットピッチで配列され、約半数の該スロット収納部がコ字状のコイルエンド部で該所定スロットピッチ離れたスロット収納部の端部を内周側および外周側で交互に連結され、残る該スロット収納部がコ字状の該コイルエンド部で該所定スロットピッチ離れたスロット収納部の端部を内周側および外周側で交互に連結されて、上記約半数の該スロット収納部の端部を連結する上記コイルエンド部と上記残りの該スロット収納部の端部を連結する上記コイルエンド部とが径方向に相対する星形パターンの星形巻線ユニットを作製する工程と、上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に

塑性変形させる工程と、上記星形巻線ユニットを成形して、上記スロット収納部がその長さ方向を平行として周方向に上記所定スロットピッチで配列された円筒状の振り分け巻線ユニットを作製する工程と、スロット開口を構成する上記鋼部間に上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の一部を通しつつ、上記スロット収納部を上記スロット内に挿入して、該振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に軸方向から装着する工程とを備えたので、高占積率の、優れた絶縁性の固定子を実現できるとともに、ティース部先端形状を高寸法精度で形成できる交流発電機の固定子が得られる。

【0100】また、上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部を径方向内方に折り曲げる工程を備えたので、振り分け巻線ユニットの固定子鉄心への装着が容易となる。

【0101】また、上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の上記スロット収納部側を塑性変形させて扁平断面を有するスロット開口通過部を形成する工程を備えたので、振り分け巻線の固定子鉄心の装着時の導体線と固定子鉄心との接触が減少され、絶縁被膜の損傷に起因する絶縁性の低下が抑えられる。

【0102】また、上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程において、上記星形巻線ユニットを構成する上記スロット収納部の全数を一括してプレス成形するようにしたので、製造工程が簡略化され、製造時間が短縮される。

【0103】また、上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程において、上記星形巻線ユニットを構成する上記スロット収納部を、上記スロット内の径方向における該スロット収納部の同一配列層毎に分けてプレス成形するようにしたので、スロット収納部の断面形状を簡易にスロット形状に適合するように形成することができる。

【0104】また、上記振り分け巻線を上記固定子鉄心に装着する工程において、上記固定子巻線を構成する複数の上記振り分け巻線が、上記スロット収納部を周方向に1スロットピッチづつずらして同心状に重ね合わせられて、一括して上記固定子鉄心に装着されるので、製造工程が簡略化され、製造時間が短縮される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る固定子を搭載した車両用交流発電機を示す縦断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子における固定子巻線のスロット収納状態を示す一部断面図である。

【図4】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法における星形巻線ユニットを製造する工程を説明する工程図である。

【図5】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子における振り分け巻線ユニットを示す斜視図である。

【図6】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子における振り分け巻線ユニットを示す要部拡大図である。

10 【図7】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法における振り分け巻線ユニットを固定子鉄心に装着する工程を説明する工程図である。

【図8】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法における振り分け巻線ユニットの固定子鉄心への装着過程を説明する要部断面図である。

【図9】 この発明の実施の形態2に係る車両用交流発電機の固定子における固定子巻線のスロット収納状態を示す一部断面図である。

20 【図10】 この発明の実施の形態3に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法における星形巻線ユニットを製造する工程を説明する工程図である。

【図11】 この発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図である。

【図12】 この発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機の固定子における固定子巻線のスロット収納状態を示す一部断面図である。

【図13】 この発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機の固定子における1相分の振り分け巻線を示す斜視図である。

30 【図14】 この発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機の固定子における1相分の振り分け巻線の要部を示す拡大図である。

【図15】 この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の要部を示す斜視図である。

【図16】 この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線における1相分の振り分け巻線の結線状態を説明する端面図である。

40 【図17】 この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリの製造方法を説明する図である。

【図18】 この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリの製造方法を説明する図である。

【図19】 この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリの製造方法を説明する図である。

50 【図20】 この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリを示す側面図である。

【図21】この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリの巻線構造を説明する斜視図である。

【図22】この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法を説明する工程断面図である。

【図23】従来の交流発電機の固定子を示す要部断面図である。

【図24】従来の交流発電機の固定子における固定子巻線の形成方法を説明する図である。

【図25】従来の交流発電機の固定子における固定子巻線の形成方法を説明する図である。

【図26】従来の交流発電機の固定子における固定子巻線の形成方法を説明する図である。

【図27】従来の交流発電機の固定子における固定子巻線組み込み前の固定子鉄心の要部を示す斜視図であ

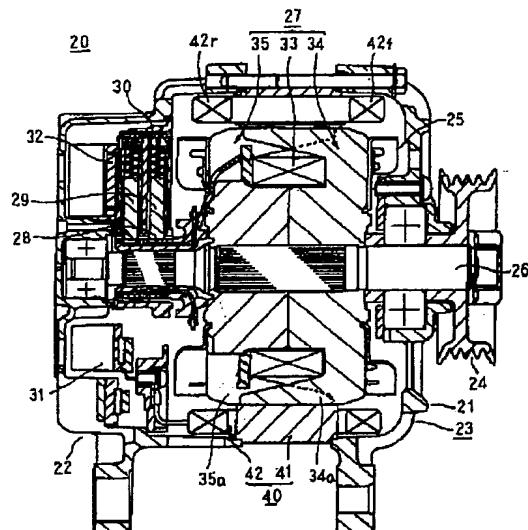
\*る。

【図28】従来の交流発電機の固定子における固定子鉄心の鍔部形成方法を説明する図である。

【符号の説明】

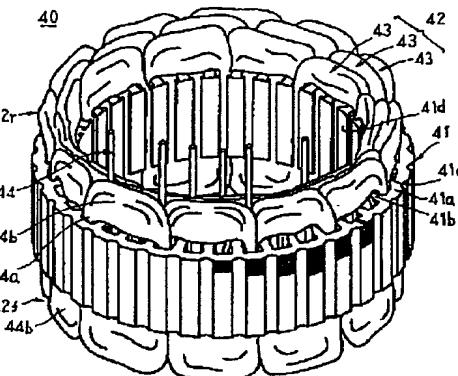
- 20 車両用交流発電機、40、40A 固定子、41、41A 固定子鉄心、41a コアバック部、41b ティース部、41c スロット、41d 鍔部、42、42A 固定子巻線、43、43A 振り分け巻線、44 導体線、44a、44c スロット収納部、44b コイルエンド部、44d スロット開口通過部、46、49 星形巻線ユニット、47 振り分け巻線ユニット、50 固定子、51 固定子鉄心、51a コアバック部、51b ティース部、51c スロット、51d 鍔部、52 固定子巻線、55 振り分け巻線、60 導体線、60a スロット収納部、60b コイルエンド部。

【図1】



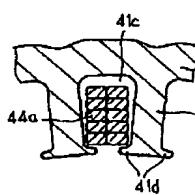
20 : 車両用交流発電機  
41 : 固定子鉄心  
40 : 固定子

【図2】

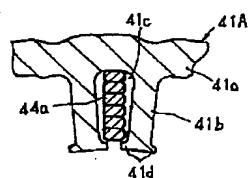


41a : コアバック部  
41b : ティース部  
41c : スロット  
41d : 鍔部  
43 : 振り分け巻線  
44 : 導体線  
44a : スロット収納部  
44b : コイルエンド部

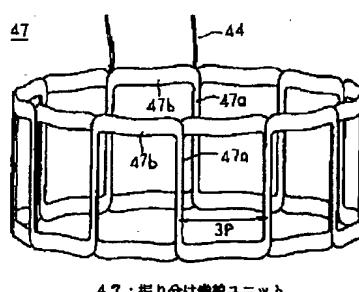
【図3】



【図12】

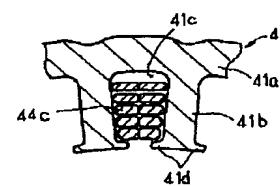


【図5】



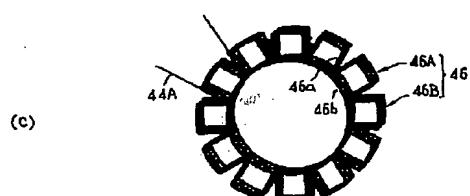
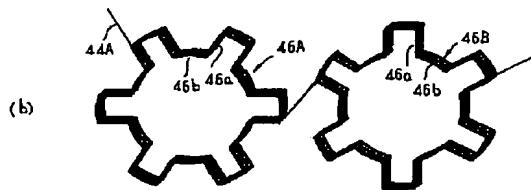
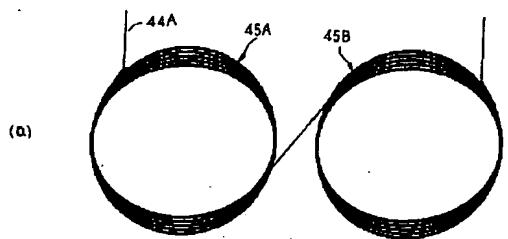
47 : 振り分け巻線ユニット

【図9】



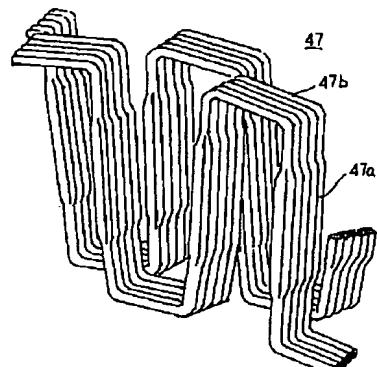
44c : スロット収納部

【図4】

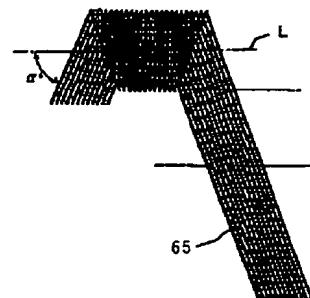


46: 直形巻線ユニット

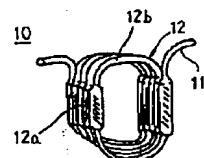
【図6】



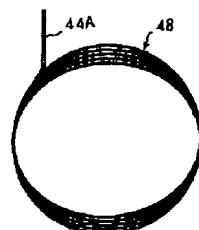
【図17】



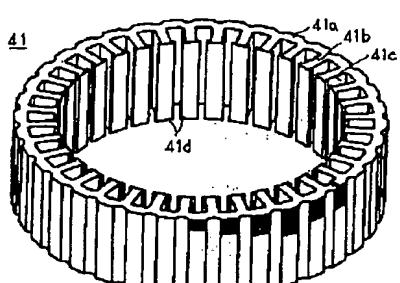
【図26】



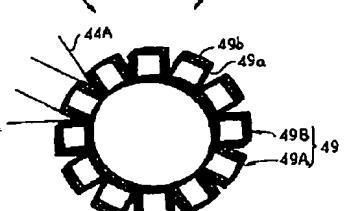
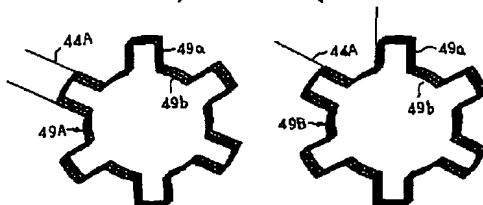
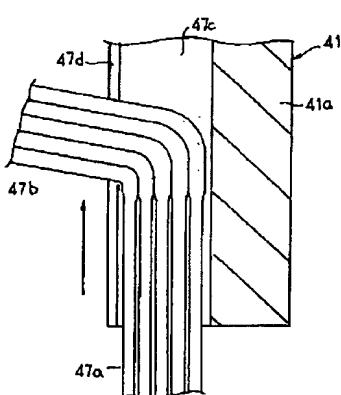
【図10】



【図7】

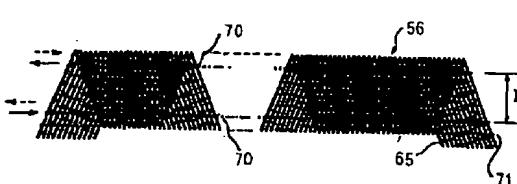
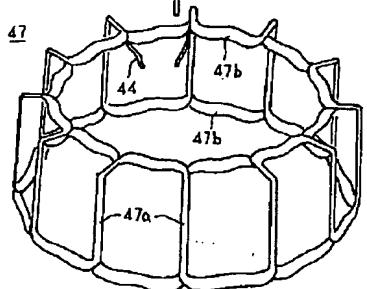


【図8】

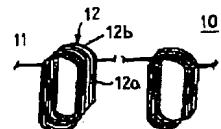


49: 扇形巻線ユニット

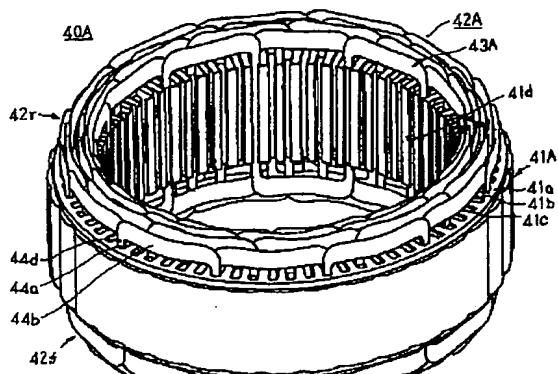
【図18】



【図24】

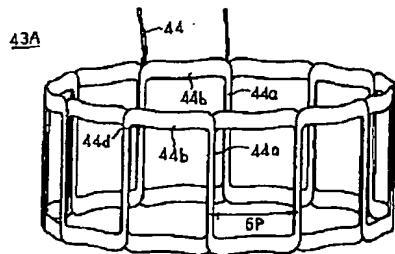


【図11】

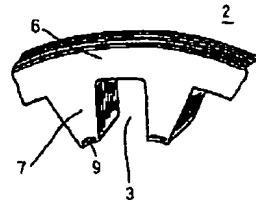


40A : 固定子  
41A : 固定子鉄心  
42A : 固定子巻線  
43A : 接り分け巻線  
44d : スロット開口通過部  
44e : リダクション

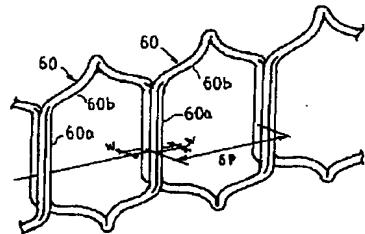
【図13】



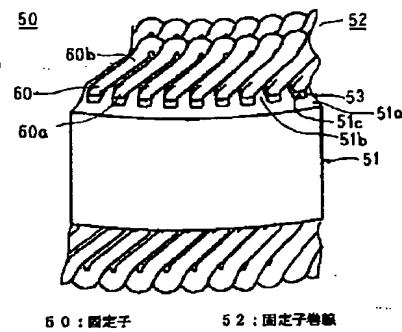
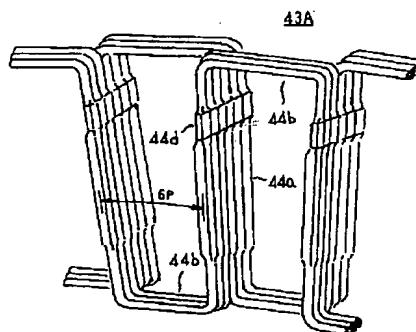
【図27】



【図21】

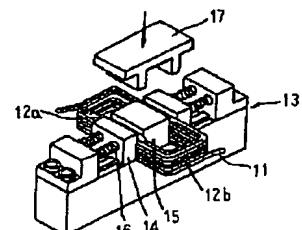


【図14】

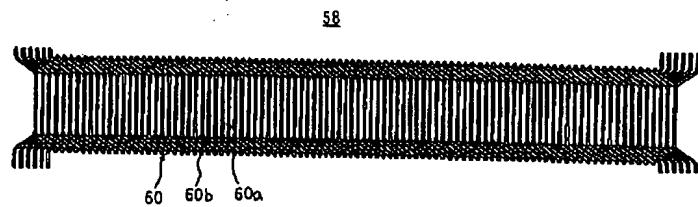


50 : 固定子  
51 : 固定子鉄心  
51a : コアパック部  
51b : ティース部  
51c : スロット  
60 : 固定子  
60a : スロット取納部  
60b : コイルエンド部  
60c : スロット

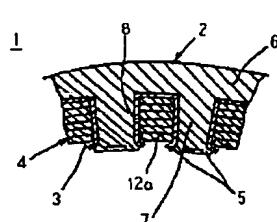
【図25】



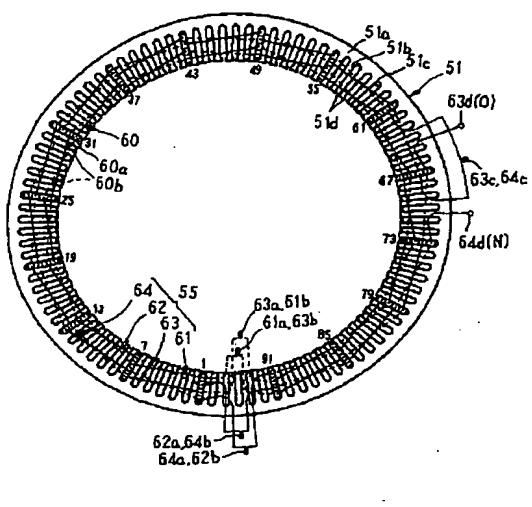
【図20】



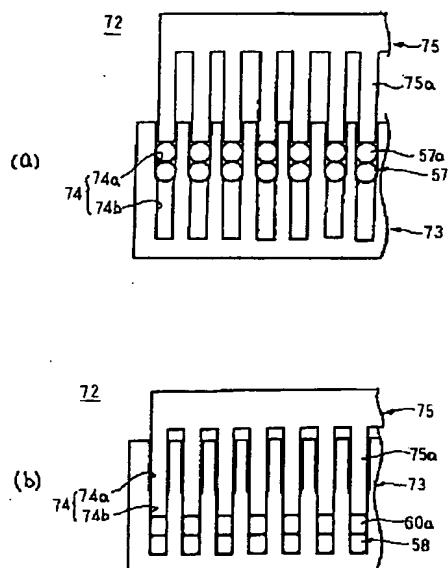
【図23】



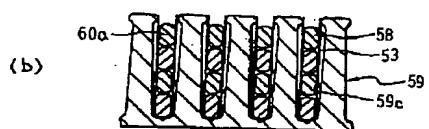
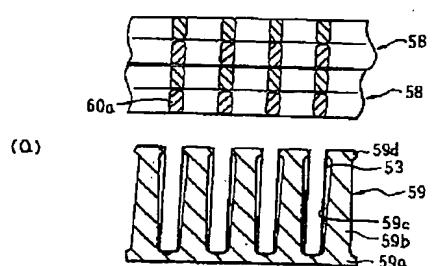
【図16】



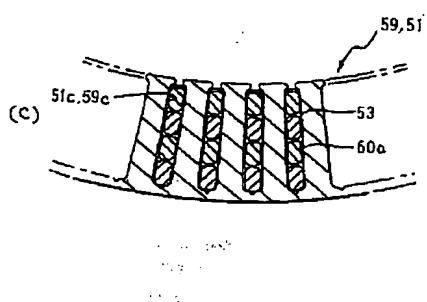
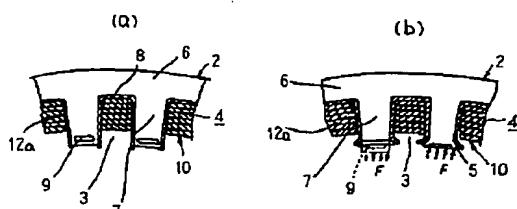
【図19】



【図22】



【図28】



## 【手続補正書】

【提出日】平成14年8月14日(2002.8.14)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円環状のコアバック部、該コアバック部からそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設されたティース部、隣り合う該ティース部により画成されたスロットおよび該ティース部の先端部から周方向両側に延出された鉗部を有する固定子鉄心と、上記固定子鉄心の所定スロット毎の上記スロットで構成されたスロット群のそれぞれに巻装された複数の巻線からなる固定子巻線とを備えた交流発電機の固定子において、

上記各巻線は、導体線を、上記スロットの両端から延出し、周方向の両側に振り分けられて周方向の両側に上記所定スロット離れた上記スロットにそれぞれ入るよう、上記スロット群に振り分け巻きに巻装して構成され、

上記導体線は、上記スロットに収納されるスロット収納部が断面扁平に成形され、上記スロット収納部の端部同士を連結するコイルエンド部が断面略円形に成形され、上記スロット収納部は、径方向に少なくとも1列に配列されて複数層に上記スロット内に収納されていることを特徴とする交流発電機の固定子。

【請求項2】 上記スロット収納部は、その周方向幅が上記スロットの周方向幅に略一致され、上記スロット内に径方向に重なって1列に配列されて収納されていることを特徴とする請求項1記載の交流発電機の固定子。

【請求項3】 上記スロット収納部は、その周方向幅が上記スロットの開口幅より大きく形成されていることを特徴とする請求項2記載の交流発電機の固定子。

【請求項4】 上記スロットは、内径側を先細りとする略台形形状に形成され、上記スロット内に径方向に配列された上記スロット収納部の扁平率が上記スロットの略台形形状に適合するように外径側から内径側に順次小さくなるように形成されていることを特徴とする請求項1記載の交流発電機の固定子。

【請求項5】 断面扁平形状を有するスロット開口通過部が上記スロット収納部と上記固定子鉄心の軸端一側の上記コイルエンド部との境界部に形成され、該スロット開口通過部がその断面の長手方向を径方向に略一致させて配置され、かつ、その周方向幅が上記スロットの開口幅より小さく形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項6】 上記スロットが每極毎相当たり複数個の

割合で形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項7】 絶縁性樹脂が上記複数の巻線のコイルエンド部で構成されるコイルエンド群に塗布されていることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項8】 円環状のコアバック部、該コアバック部からそれぞれ径方向内方に延出し、かつ、周方向に所定ピッチで配設されたティース部、隣り合う該ティース部により画成されたスロットおよび該ティース部の先端部から周方向両側に延出された鉗部を有する固定子鉄心と、上記固定子鉄心の所定スロット毎の上記スロットで構成されたスロット群のそれぞれに巻装された複数の振り分け巻線からなる固定子巻線とを備えた交流発電機の固定子の製造方法において、

磁性鋼板を積層一体化して上記固定子鉄心を作製する工程と、

断面略円形に成形された導体線をリング状に所定回巻回して巻線ユニットを作製する工程と、

上記巻線ユニットを折り曲げて、直線状のスロット収納部が長さ方向を径方向に略一致させて周方向に所定スロットピッチで配列され、約半数の該スロット収納部がコ字状のコイルエンド部で該所定スロットピッチ離れたスロット収納部の端部を内周側および外周側で交互に連結され、残る該スロット収納部がコ字状の該コイルエンド部で該所定スロットピッチ離れたスロット収納部の端部を内周側および外周側で交互に連結されて、上記約半数の該スロット収納部の端部を連結する上記コイルエンド部と上記残りの該スロット収納部の端部を連結する上記コイルエンド部とが径方向に相対する星形パターンの星形巻線ユニットを作製する工程と、

上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程と、

上記星形巻線ユニットを成形して、上記スロット収納部がその長さ方向を平行として周方向に上記所定スロットピッチで配列された円筒状の振り分け巻線ユニットを作製する工程と、

スロット開口を構成する上記鉗部間に上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の一部を通しつつ、上記スロット収納部を上記スロット内に挿入して、該振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に軸方向から装着する工程とを備えたことを特徴とする交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項9】 上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部を径方向内方に折り曲げる工程を備えたことを特徴とする請求項8記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項10】 上記振り分け巻線ユニットを上記固定

子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の上記スロット収納部側を塑性変形させて扁平断面を有するスロット開口通過部を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項8又は請求項9記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項11】 上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程において、上記星形巻線ユニットを構成する上記スロット収納部の全数を一括してプレス成形するようにしたことを特徴とする請求項8乃至請求項10のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項12】 上記星形巻線ユニットの上記スロット収納部を断面扁平に塑性変形させる工程において、上記星形巻線ユニットを構成する上記スロット収納部を、上記スロット内の径方向における該スロット収納部の同一配列層毎に分けてプレス成形するようにしたことを特徴とする請求項8乃至請求項10のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項13】 上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程において、上記固定子巻線を構成する複数の上記振り分け巻線ユニットが、上記スロット収納部を周方向に1スロットピッチづつずらして同心状に重ね合わせられて、一括して上記固定子鉄心に装着されることを特徴とする請求項8乃至請求項12のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】また、上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程において、上記固定子巻線を構成する複数の上記振り分け巻線ユニットが、上記スロット収納部を周方向に1スロットピッチづつずらして同心状に重ね合わせられて、一括して上記固定子鉄心に装着されるものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】この車両用交流発電機20は、図1に示されるように、それぞれ略椀形状のアルミ製のフロントブラケット21およびリヤブラケット22から構成されたハウジング23と、このハウジング23内に設けられ、一端部にブーリ24が固定されたシャフト26と、このシャフト26に固定されたランドル型の回転子27と、この回転子27の軸方向両端部に固定されたファン25と、回転子27を包囲するようにハウジング23に固定

された固定子40と、シャフト26の他端部に固定されて回転子27に電流を供給するスリップリング28と、スリップリング28の表面に摺動する一対のブラシ29と、このブラシ29を収納するブラシホルダ30と、固定子40に電気的に接続され、固定子40で生じた交流を直流に整流する整流器31と、ブラシホルダ30に嵌着されて、固定子40で生じた交流電圧の大きさを調整するレギュレータ32とを備えている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正内容】

【0046】この実施の形態1による固定子の製造方法によれば、振り分け巻線ユニット47のスロット収納部47aが、スロット41cに挿入されるに先立って、断面長方形に形成されているので、スロット収納部47aをスロット41c内に隙間なく収納することができる。その結果、占積率が向上され、発電機の出力向上が図られる。また、断面円形の導体線44Aを用いて星形巻線ユニット46を形成した後、加圧成形機を用いて星形巻線ユニット46のスロット収納部46aを断面長方形に加圧変形しているので、スロット収納部46aを治具（例えば、スライダとストッパとの間）に整列状態にセットでき、絡み合った導体線44Aを加圧変形すること起因する絶縁被膜の損傷発生を抑えることができる。その結果、導体線44同士の短絡発生が抑えられ、固定子40の生産性の低下を防止することができる。また、全スロット収納部46aを一度に加圧成形しているので、スロット収納部を断面長方形に塑性変形させる工程が簡略化される。また、コイルエンド部47bが円形断面を有しているので、固定子の製造工程におけるコイルエンド部47b同士の擦れに起因する絶縁被膜の損傷発生が抑えられ、絶縁性が向上される。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正内容】

【0051】ここで、この実施の形態2によるスロット収納部を断面長方形に塑性変形させる工程について説明する。まず、上記実施の形態1と同様に、星形巻線ユニット46を作製する。ついで、星形巻線ユニット46を構成する第1および第2の星形巻線ユニット46A、46Bのスロット収納部46aの各束からスロット収納部46aを1つづつ加圧成形機にセットし、24本のスロット収納部46aを一度に断面長方形に塑性変形させる。この工程を5回繰り返し、全てのスロット収納部46aを断面長方形に変形させる。この時、各工程におけるブッシャによる加圧力を順次変えて、扁平率が5段階

に順次小さくなるように5種類の断面形状のスロット収納部44cを形成する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正内容】

【0070】図15において、固定子50は、円筒状に成形された積層鉄心で作製され、軸方向に延びるスロット51cが、内周側に開口するように、周方向に所定ピッチで複数形成されている固定子鉄心51と、複数の連続する導体線をスロット51cに巻装して形成された固定子巻線52と、各スロット51cに装着されているインシュレータ53とから構成されている。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0078

【補正方法】変更

【補正内容】

【0078】このように構成された固定子50においては、断面長方形に成形されたスロット収納部60aがその平坦面を各スロット51cの側表面にインシュレータ53を介して密着させて各スロット51c内にスロット深さ方向に1列に並んで配列されている。そして、6スロット離れたスロット51cの対において、固定子鉄心51の軸方向の第1端面側で、両スロット51c内の1番地と2番地とに収納されているスロット収納部60aが断面円形に成形されたコイルエンド部60bにより直列に接続され、両スロット51c内の3番地と4番地とに収納されているスロット収納部60aがコイルエンド部60bにより直列に接続されている。これらの2つのコイルエンド部60bは、径方向に離間して配置されている。これにより、コイルエンド部60bが、径方向および周方向に互いに離間して、周方向に1スロットピッチで整列されて配列されて、コイルエンド群52rを構成している。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

【補正内容】

【0083】そこで、巻線ユニット56の表面側から各導体線65間に挿入された一对のピン群70が、図18中実線矢印で示されるように、巻線ユニット56の長さ方向で互いに逆方向に移動される。同様に、巻線ユニット56の裏面側から各導体線65間に挿入された一对のピン群70が、図18中点線矢印で示されるように、巻線ユニット56の長さ方向で互いに逆方向に移動される。この時、位置規制ピン群71が各導体線65間に挿入されているので、導体線65がバラバラとなることが

阻止される。そこで、一对のピン70間に位置する各導体線65の部位が巻線ユニット56の長さ方向に対して直交するように変形される。これにより、巻線ユニット56の長さ方向に対して直交するように変形された直線部57aが巻線ユニット56の表裏方向で重なって対をなし、巻線ユニット56の長さ方向に1スロットピッチで96対配列される。そして、一对のピン70の外方に位置する各導体線65の部位が6スロット離れた直線部57a間を連結する連結部となる。このように作製された帯状の巻線ユニット57は、直線部57aが断面円形を有している点を除いて、図20に示される後述する巻線アッセンブリ58と同等の巻線構造に構成されている。即ち、巻線ユニット57は、直線部57aが連結部により連結されて6スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う直線部57aが連結部により幅方向の両側に導体線65の幅(w)分交互にずらされたパターンに形成された2本の導体線65を、互いに6スロットピッチずらして直線部57aを重ねて配列してなる導体線65の対が、1スロットピッチづつずらされて6対配列されて構成されている。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0084

【補正方法】変更

【補正内容】

【0084】ついで、この帯状の巻線ユニット57が、プレス治具72にセットされる。このプレス治具72は、図19に示されるように、プレス溝74が1スロットピッチで配列された金型73と、プレス棒75aが1スロットピッチで配列された押し具75とから構成されている。そして、各プレス溝74は、後述する積層鉄心59のスロット59cの溝方向長さ(固定子鉄心51の軸方向長さ)に略一致する溝方向長さに形成され、さらに導体線65の線径と同等の溝幅を有する第1プレス溝74aと、この第1プレス溝74aに引き続いて形成され、第1プレス溝74aの溝幅より狭い溝幅の第2プレス溝74bとから構成されている。また、プレス棒75aは、プレス溝74の溝方向長さに略一致する長さを有し、かつ、第2プレス溝74bの溝幅に略一致する幅を有している。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0085

【補正方法】変更

【補正内容】

【0085】そこで、帯状の巻線ユニット57は、図19の(a)に示されるように、直線部57aの各対が各プレス溝74の第1プレス溝74a内に収納されるように金型73にセットされる。その後、押し具75が各押し棒75aをプレス溝74の第1プレス溝74a内に位

置するようにセットされ、図19の(a)中下方に移動させる。これにより、各対の直線部57aが押圧され、塑性変形しつつ第1プレス溝74aから第2プレス溝74b内に押し込まれ、ついには第2プレス溝74bの底部に当接する。そして、各対の直線部57aが押し具75によりさらに押し圧され、図19の(b)に示されるように、断面長方形を有するスロット収納部60aとなる。その後、押し具75を引き抜き、帯状の巻線ユニット57を金型73から取り出し、図20に示される巻線アッセンブリ58が得られる。

## 【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0087

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0087】ついで、図22の(a)に示されるように、インシュレータ53が積層鉄心59の各スロット59cに装着される。この積層鉄心59は、プレス加工してなる多数枚の磁性鋼板を積層一体化して直方体に形成されたものである。そして、台形形状のティース部59bがコアバック部59aの一側に所定ピッチに形成され、鍔部59dが各ティース部59bの先端部に形成されている。そして、96個のスロット59cが形成されている。そして、図22の(b)に示されるように、2つの巻線アッセンブリ58が重ねられてスロット59cの開口側から積層鉄心59に装着される。これにより、巻線アッセンブリ58は、4本のスロット収納部60aが断面長方形の長手方向をスロット深さ方向に一致させて、かつ、スロット深さ方向に1列に並んでスロット59c内に収納されて、積層鉄心59に装着されている。

## 【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0101

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0101】また、上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程に先だって、上記振り分け巻線\*

\* ユニットの軸方向一端側の上記コイルエンド部の上記スロット収納部側を塑性変形させて扁平断面を有するスロット開口通過部を形成する工程を備えたので、振り分け巻線ユニットの固定子鉄心の装着時の導体線と固定子鉄心との接触が減少され、絶縁被膜の損傷に起因する絶縁性的の低下が抑えられる。

## 【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0104

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0104】また、上記振り分け巻線ユニットを上記固定子鉄心に装着する工程において、上記固定子巻線を構成する複数の上記振り分け巻線ユニットが、上記スロット収納部を周方向に1スロットピッチづつずらして同心状に重ね合わせられて、一括して上記固定子鉄心に装着されるので、製造工程が簡略化され、製造時間が短縮される。

## 【手続補正14】

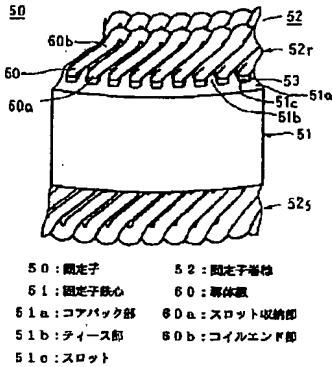
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図15

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【図15】



## フロントページの続き

(72)発明者 滝澤 拓志

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 大西 行儀

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 細川 弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

F ターム(参考) 5H603 AA04 BB02 BB05 BB12 CA01  
CA05 CB01 CB02 CB05 CB23  
CB24 CC01 CC13 CD02 CD05  
EE04 EE10 EE27 FA16  
5H604 AA08 BB03 BB08 BB10 BB14  
CC01 CC05 CC11 CC16 DA13  
DB01 PB02 PE06